



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 197 20 331 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
C 10 J 3/58  
C 10 B 53/00  
F 23 G 5/00  
F 23 J 1/02

21 Aktenzeichen: 197 20 331.0  
22 Anmeldetag: 15. 5. 97  
43 Offenlegungstag: 19. 11. 98

I I S

DE 197 20 331 A 1

71 Anmelder:  
Kiefer, Clemens, Dr., 04299 Leipzig, DE

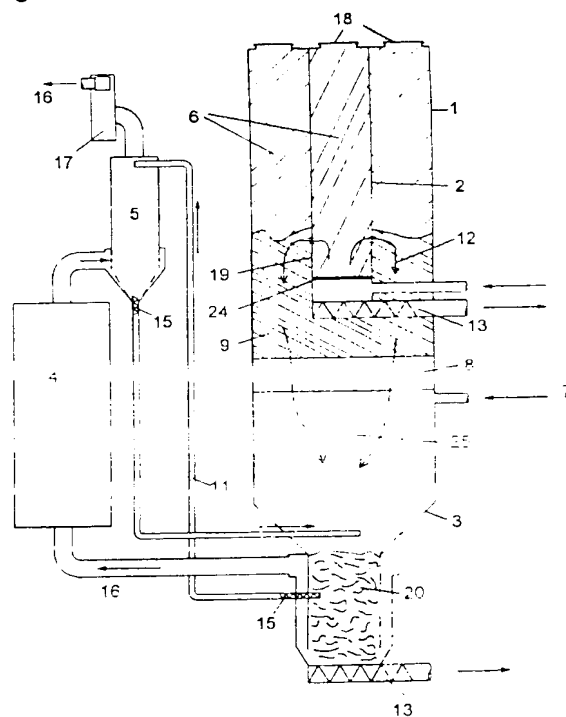
72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung

57 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vergasung oder Verbrennung von trockener oder feuchter, feinkörniger oder stückiger Biomasse beschrieben. Insbesondere können mit dem Verfahren auch großstückige Brennstoffe vergast werden.

In einem Entgasungssofen (1) ist ein Verbrennungssofen (2) eingebaut. Durch die heiße Wandung des Verbrennungssofens (2) und durch das heiße Abgas wird der Brennstoff im Entgasungssofen (1) zu Koks, der nach dem Zerkleinerer (8) auf das Glutbett (20) des Vergasungsreaktors (3) gelangt. Im oberen Teil des Vergasungsreaktors (3) wird Luft zugeführt, so daß die Schwelgase verbrennen. Die Reduktion von Abgas und Wasser zu CO und H<sub>2</sub> findet im Glutbett (20) statt. Gleichzeitig oxidiert der Kohlenstoff unter Sauerstoffmangel zu CO. Das sich bildende Schwachgas wird in einem Filter (5) gereinigt. Dieser Filter wird mit aus dem Glutbett (20) entnommener Aktivkohle gefüllt, während die verbrauchte Aktivkohle wieder in den Vergasungsreaktor (3) zurückgeführt wird.



DE 197 20 331 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung von biologischen Rohstoffen.

Die Mehrzahl der Vergasungsverfahren schreiben eine bestimmte Stückgröße des eingesetzten Brennstoffes vor. Der technische Stand für Vergaser, in denen Brennstoffe weitestgehend unabhängig von der Stückgröße eingesetzt werden, wird in den Patenten Nr. DE 41 30 416 C1 und EP 443596 A1 beschrieben. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß es für kleinere, dezentrale Anlagen aufgrund des hohen apparativen Aufwandes nicht geeignet ist. Die zusätzlich erforderliche Sauerstofferzeugungsanlage und die aufwendige Filtertechnik verursachen hohe Investitionskosten und zusätzlichen Energieverbrauch, so daß in kleinen Anlagen die Wirtschaftlichkeit nicht gegeben ist.

Im Patent DE 44 14 579 wird ein Verfahren beschrieben, daß in kleinen, dezentralen Anlagen einsetzbar ist.

In Vergasanlagen geringer Leistung können nur kleinstückige Brennstoffe eingesetzt werden. Dies liegt daran, daß sich bei großstückigen Brennstoffen ein inhomogenes Glutbett bildet, das zu erhöhtem Schadstoffausstoß führt. Außerdem kann eine automatische Beschickung nur für kleinstückige Brennstoffe erfolgen. Nachteilig für Verfahren von Kleinanlagen ist, daß für die Zerkleinerung des Brennstoffes ein erheblicher Anteil an Energie verbraucht wird.

Das Hauptproblem bei der Vergasung besteht darin, daß teerhaltige Produkte entstehen, die schwierig zu beseitigen sind. Aufwendige Filteranlagen erhöhen die spezifischen Kosten und machen kleine Anlagen unwirtschaftlich. Versuche haben gezeigt, daß es nicht ausreicht, das Gas zur Krackung lediglich durch ein heißes Glutbett zu schicken. Inhomogenitäten des Glutbettes und eine zu geringe Verweilzeit der Gase in der heißen Zone sind dafür die Ursache.

Weitere wesentliche Nachteile der bekannten Vergasungsverfahren bestehen darin, daß Entgasungszone, Verbrennungszone und Vergasungszone unmittelbar nebeneinander liegen und ineinander übergehen. Dadurch sind die Zonenhöhen unbestimmt und Entgasung, Verbrennung und Vergasung können örtlich unvollständig ablaufen. Das Glutbett ist breit und weniger hoch, so daß Teile des Gases schnell diese Zone passieren können. Die Verweilzeit der Schwelgase im Bereich hoher Temperaturen kann demzufolge örtlich zu kurz sein, was zum Ausstoß teerhaltiger Produkte führt. Die Luft- oder Dampfszufuhr erfolgt örtlich und nicht gleichmäßig über dem gesamten Reaktor. Eine gute Durchmischung der Gase ist somit nur begrenzt möglich. Die Zusammensetzung des durch den Reaktor strömenden Gases ist demzufolge inhomogen und die Vergasungsbedingungen sind örtlich unterschiedlich.

Alle bekannten Vergasungsverfahren haben das Eigengewicht des Brennstoffes zu berücksichtigen, denn er filtert zum Zusammendrücken der Schuttung und damit zu einer geringeren Gasdurchlässigkeit. Deshalb ist eine kontinuierliche Brennstoffzufuhr mit dem Zwang zu einer teuren Automatisierung notwendig. Dies gilt auch für Unterschubteuerungen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Vergasungsverfahren zu entwickeln, das die beschriebenen Nachteile der bekannten Vergasungsverfahren kleiner Anlagen behebt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Verfahrensanspruchs 1 und die Merkmale des Vorrichtungsanspruches 8 gelöst. Weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 7 und 8-12.

Das Verfahren ist in Fig. 1 dargestellt. Es basiert auf einer sauberen Trennung der einzelnen Vergasungsschritte – Ent-

gasung, Verbrennung, Vergasung (Reduktion) – ohne die spezifischen Anlagenkosten erheblich zu erhöhen. Im Entgasungssofen (1) ist ein Verbrennungssofen (2) eingebaut. Nach dem Füllen des Entgasungssofens (1) und Verbrennungssofens (2) mit Brennstoff (6) werden die Türen (18) geschlossen und der Brennstoff wird im Verbrennungssofen (2) gezündet.

Durch die heiße Wandung (19) des Verbrennungssofens (2) hindurch und durch das Abgas (12) gelangt die zur Entgasung notwendige Energie in den Entgasungssofen (1). Zur Beschleunigung des Entgasungsvorganges kann Luft dosiert in den Entgasungssofen (1) geleitet werden, so daß auch in diesem eine verhaltene Verbrennung stattfindet und die für die Entgasung notwendige Temperatur von über 400°C erreicht wird. Der entstehende Koks (Kohlenstoff, bei Holzbrennstoff: Holzkohle) gelangt in den Zerkleinerer (8) und fällt danach auf das Glutbett (20).

Der Vorteil der Herstellung von Koks (Holzkohle) besteht darin, daß auch größerstückige Brennstoffe verwendet werden können. Die zur Zerkleinerung von Koks aufzubringende Energie ist wesentlich geringer als die zur Zerkleinerung von Holz.

Die sich im Verbrennungssofen (2) unter dem Rost (24) ansammelnde Asche wird von der Ascheabführeinrichtung (13) in einen Aschebehälter gefördert.

Die Schwelgase und das Abgas gelangen in den Verbrennungsraum (25) des Vergasungsreaktors (3), in dem Luft (7) zugeführt wird, so daß die Schwelgase verbrennen. Das heiße Abgas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) strömt durch das Koksglutbett (20). Hier findet die Reduktion zu  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  und  $\text{O}_2$  statt. Der Kohlenstoff (Koks) wird zu  $\text{CO}$  oxidiert. Insgesamt betrachtet wird Luft nur unterstöchiometrisch zugegeben, so daß kaum  $\text{CO}_2$  ausgestoßen wird. Das entstehende Schwachgas (16) wird in einem Wärmetauscher (4) abgekühlt. Es wird von einem Gebläse (17) abgesaugt.

Trotz des Einsatzes großstückiger Brennstoffe ist im Vergleich zu herkömmlichen Vergasern das Glutbett (20) homogen, da der Koks kleinstückig in den Vergasungsreaktor gelangt. Im Glutbett (20) werden die Reste der nicht verbrannten Schwelgase gekrackt. Da der Vergasungsreaktor (3) verjüngt ausläuft, ist das Glutbett (20) hoch, so daß die Verweilzeit des Gases im Glutbett (20) verlängert wird und das Glutbett (20) für die Gesamtheit des Gases als homogen erscheint.

Mit dem in der Erfindung vorgestellten Verfahren können Schadstoffe durch eine einfache Filtertechnik herausgefiltert werden (s. Fig. 1). Aufgrund der Vergasung bilden sich im Koks Mikroporen aus, die die innere Oberfläche stark vergrößern. Da der Koks kleinstückig in den Vergasungsreaktor (3) gelangt, bildet sich im Glutbett (20) Aktivkohle aus. Mit einer Schnecke (15) wird aus dem Glutbett (20) Aktivkohle entnommen und über einen gekühlten Aktivkohlekanal (11) in den Filter (5) befördert. Das produzierte Schwachgas (16) wird durch den Filter (5) geleitet. Schadstoffe bleiben in der Aktivkohle zurück. Die verbrauchte Aktivkohle wird in den Vergasungsreaktor (3) mittels Schnecke (15) zurücktransportiert. Letztendlich sammeln sich die Schadstoffe in der Asche an, die sich am Ausgang des Vergasungsreaktors (3) bildet. Die Asche wird aus dem Vergasungsreaktor mit einer Ascheabführeinrichtung (13) abtransportiert.

Die Vorrichtung zur Verwirklichung des Vergasungsverfahrens ist in Fig. 2 dargestellt. Im Entgasungssofen (1) ist der Verbrennungssofen (2) eingebaut. Der Vergasungsreaktor (3) besteht aus dem Verbrennungsraum (25) und dem Glutbettbehälter (26). Entgasungssofen (1) und Vergasungsreaktor (3) stehen separat, um die Höhe der Vergasanlage zu reduzieren.

Die Luft (7) wird dem Verbrennungssofen (2) von oben zu-

geführt. Damit wird der obere Teil des Entgasungssofens (1) und Verbrennungssofens (2) vom einströmenden Luft gekühlt und nur im unteren Teil des Entgasungssofens (1) und Verbrennungssofens (2) entgast der Brennstoff. Der sich im Entgasungssofen (1) befindende Zerkleinerer (8) besteht aus zwei mit Zähnen besetzten in entgegengesetzter Richtung drehenden Walzen. Durch den Abstand der Walzen kann die Stückgröße des Kokes und damit die Gasdurchlässigkeit und Homogenität des Glutbettes (20) variiert werden.

Der Koks wird aus dem Zerkleinerer (8) des Entgasungssofens (1) mittels Kolben (10) oder Schnecke durch einen Kokskanal (22) in den Vergasungsreaktor (3) gefördert. Da der Kokskanal (22) ständig mit Koks gefüllt ist, gelangen die Schwelgase aus dem Entgasungssofen (1) zusammen mit dem Abgas (12) aus dem Verbrennungssofen (2) vorrangig über das Gasrohr (21) in den Verbrennungsraum (25) des Vergasungsreaktors (3). Die Einführöffnung ist als Brenner (23) ausgebildet. Infolge des sich in der düsenförmigen Verengung bildenden Unterdruckes wird Luft mitgerissen. Das Gas-Luftgemisch wird von einem Zündfunken gezündet. Ein Flammenwächter überwacht die Flamme zur Vermeidung der Bildung von Explosivgemischen. Bei Flammenausfall wird die Luftzufuhr unterbrochen. Umlenkleche (14) sorgen für eine gute Durchmischung der Gase und vermeiden Toträume. Im Vergasungsreaktor (3) entsteht durch die Verbrennung der Schwelgase eine sehr hohe Temperatur.

In den bekannten Vergasungsverfahren besteht das Problem der guten Durchmischung der Schwelgase mit Luft. Die Luft tritt meistens nur durch Wandöffnungen in den Vergasungsreaktor ein. Damit ist es schwierig, das gesamte Volumen gleichmäßig mit Luft zu versorgen und eine gute Durchmischung zu erreichen. In der Vorrichtung hingegen, die in der Erfindung vorgestellt wird, strömen die Schwelgase konzentriert durch ein Gasrohr (21). Eine gute Durchmischung der Schwelgase mit Luft erfolgt im Brenner (23). Ein weiterer Vorteil gegenüber herkömmlichen Vergasern besteht darin, daß die Verweilzeit der Schwelgase im Bereich hoher Temperatur lang ist, denn sie wird hauptsächlich durch die Größe des Vergasungsreaktors (3) bestimmt. Dieser kann entsprechend groß ausgelegt werden.

Die für die endotherme Reduktionsreaktion im Glutbett (20) erforderliche Energie wird hauptsächlich vom Abgas des verbrannten Schwelgases in das Glutbett (20) eingebracht. Um zusätzlich Energie von außen dem Glutbett (20) zuführen zu können, wird das sich bildende heiße Schwachgas am Glutbettbehälter (26) vorbeigeleitet. Wird dem abströmenden Schwachgas geringfügig Luft (7) zugemischt, so verbrennt es und die Temperatur der Wandung des Glutbettbehälters (26) erhöht sich. Das sich bildende Schwachgas kann auch durch Rohre abgeleitet werden, die durch das Glutbett (20) führen. Ein geringfügiges Eindüsen von Luft in diese Rohre führt zu einer Verbrennung des Schwachgases und damit zur Temperaturerhöhung des Glutbettes. Andererseits wird die Temperatur erniedrigt, wenn Wasserdampf in den Verbrennungsraum (25) des Vergasungsreaktors (3) eingedüst wird. Durch die soeben beschriebene Luft- bzw. Dampffzufuhr kann die Temperatur des Glutbettes (20) geregelt werden.

Das Verfahren und die Vorrichtung zur Vergasung biologischer Rohstoffe können auch zur Verbrennung eingesetzt werden. Hierzu wird lediglich die Luftzufuhr im Vergasungsreaktor (3) ernannt, so daß eine vollständige Verbrennung des Kokes stattfinden kann.

Das Verfahren und die Vorrichtung können auch zur alleinigen Herstellung von Holzkohle verwendet werden. In diesem Falle wird nur ein geringer Teil der Holzkohle für die Aufrechterhaltung des Glutbettes (20), in dem langkettige Moleküle gekrackt werden, abgezweigt. Diese Menge rich-

tet sich nach der Qualität des Abgases, das nach der Verbrennung der Schwelgase im oberen Teil des Vergasungsreaktors (3) übrigbleibt. Wenn diese Verbrennung vollständig erfolgt, kann auf ein Glutbett (20) verzichtet werden.

Das Verfahren und die Vorrichtung können auch zur Herstellung von Aktivkohle eingesetzt werden. Hierzu muß der Zerkleinerer (8) lediglich so ausgelegt werden, daß aus ihm feinkörnige Holzkohle austritt. Die Vergasung wird nur teilweise durchgeführt, so daß anstelle von Asche Aktivkohle aus dem Vergasungsreaktor (3) mit der Abfuhreinrichtung (13) abtransportiert wird. Eine Teilvergasung der Holzkohle kann erreicht werden, indem z. B. die Verweilzeit der Holzkohle im Glutbett (20) durch schnellere Aktivkohleabfuhr reduziert wird. Damit wird gleichzeitig die Glutbetthöhe verringert.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Entgasungssofen
- 2 Verbrennungssofen
- 3 Vergasungsreaktor
- 4 Wärmetauscher
- 5 Filter
- 6 Brennstoff
- 7 Luft
- 8 Zerkleinerer
- 9 Koks
- 10 Kolben
- 11 Aktivkohlekanal
- 12 Abgas
- 13 Ascheabfuhreinrichtung
- 14 Umlenklech
- 15 Schnecke
- 16 Schwachgas
- 17 Gebläse
- 18 Tür
- 19 Wandung
- 20 Glutbett
- 21 Gasrohr
- 22 Kokskanal
- 23 Brenner
- 24 Rost
- 25 Verbrennungsraum
- 26 Glutbettbehälter

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung von trockener oder feuchter, feinkörniger oder stückiger Biomasse sowie von Abfall, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die heiße Wandung eines Verbrennungssofens (2) und durch das Einströmen heißen Abgases aus dem Verbrennungssofen (2) in einen Entgasungssofen (1) biologische Rohstoffe in diesem entgasen, wodurch Koks (Kohlenstoff) und Pyrolysegas entsteht, wobei der Koks nach Passieren des Zerkleinerers (8) auf das Glutbett (20) des Vergasungsreaktors (3) gelangt, während das Pyrolysegas im Verbrennungsraum (25) des Vergasungsreaktors (3) unter Zuführung einer begrenzten Luftmenge verbrennt und das entstehende Abgas nachfolgend durch das Glutbett (20) des Vergasungsreaktors (3) strömt in dem eine Oxidation des Kohlenstoffs zu CO bei gleichzeitiger Reduktion von Abgas (CO<sub>2</sub>) und Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) zu einem brennbarem Schwachgas (CO, H<sub>2</sub>) stattfindet.
2. Verfahren zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß über eine Fördereinrichtung aus dem Glutbett (20)

teilvergaster Koks (Aktivkohle) in den Filter (5), der vom entstehenden Schwachgas durchströmt wird, zur Erneuerung des Filtermaterials transportiert wird, während mit Schadstoffen angereichertes Filtermaterial (Koks) aus dem Filter (5) zurück in das Glutbett (20) 5 gefördert wird.

3. Verfahren zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Koks im Vergasungsreaktor (3) durch Zufuhr von ausreichend Luft verbrannt wird. 10

4. Verfahren zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß feinkörnige Holzkohle aus dem Zerkleinerer (8) auf das Glutbett (20) des Vergasungsreaktors (3) gelangt, die nach einer Teilvergasung als Aktivkohle aus dem Vergasungsreaktor (3) gefördert wird. 15

5. Verfahren zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Holzkohle nach dem Zerkleinerer (8) dem Prozeß entnommen wird. 20

6. Verfahren zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Asche aus dem Verbrennungs-Ofen (2) und dem Vergasungsreaktor (3) mittels Ascheabföhr-einrichtung (13) in einen Aschebehälter gefördert wird. 25

7. Verfahren zur Entgasung und Vergasung oder Verbrennung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das am Ende des Vergasungsreaktors (3) entstehende Schwachgas abgesaugt wird. 30

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergasungsreaktor (3) getrennt von Verbrennungs-Ofen (2) und Entgasungs-Ofen (1) aufgestellt wird, so daß der Koks nach dem Zerkleinerer (8) über einen Kokskanal (22) und das Pyrolysegas über ein Gasrohr (21) in den Vergasungsreaktor (3) gelangt. 35

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchmischung des Pyrolysegases mit Luft in einem Brenner (23) erfolgt. 40

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwachgas am Glutbettbehälter (26) des Vergasungsreaktors (3) vorbeiströmt, so daß durch Luftzuföhr eine Verbrennung beginnt, die das Temperaturniveau im Glutbett (20) erhöht. 45

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Zerkleinerer (8) aus zwei sich in entgegengesetzter Richtung drehenden Walzen, die mit Brechzähnen besetzt sind, besteht. 50

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Senkung des Temperaturniveaus des Glutbettes (20) Wasserdampf in den Vergasungsreaktor (3) eingedüst wird. 55

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

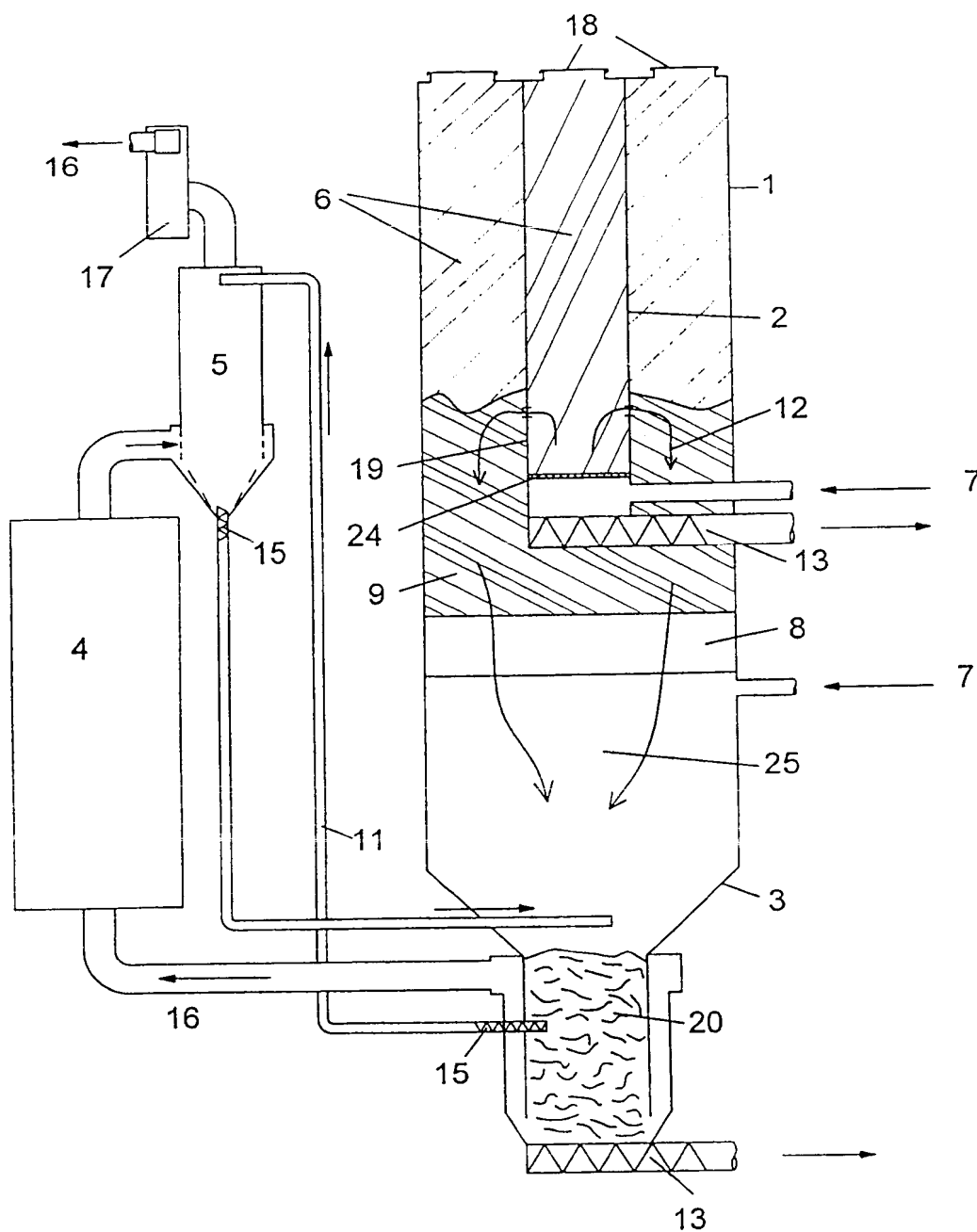


Fig. 1

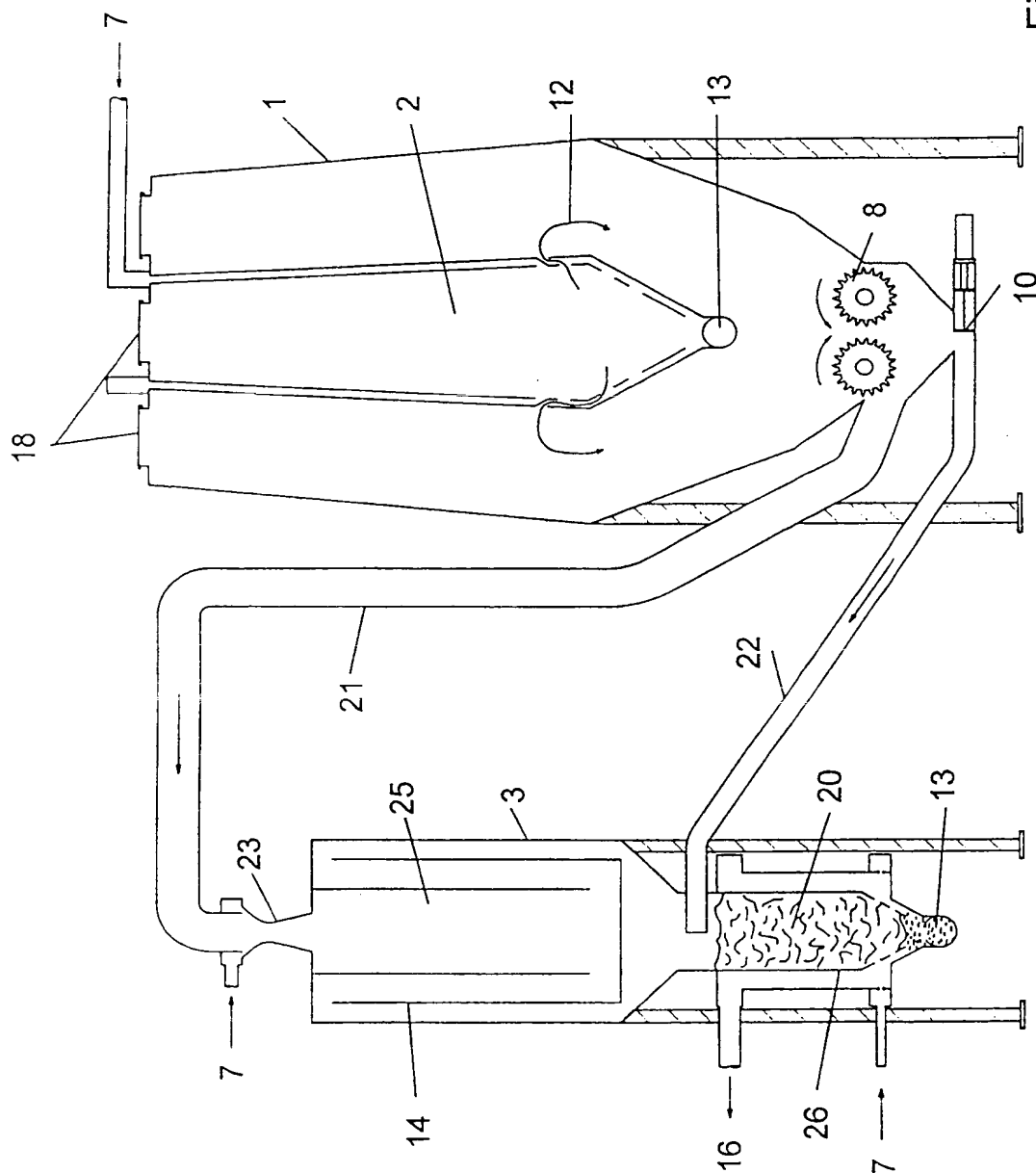


Fig. 2